

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-145631

(43) Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl.

C03B 11/00
G02B 3/00

(21)Application number : 2001-261780

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 30.08.2001

(72)Inventor : SAWADA HIROYUKI
GOTO NOBUTAKA

(30)Priority

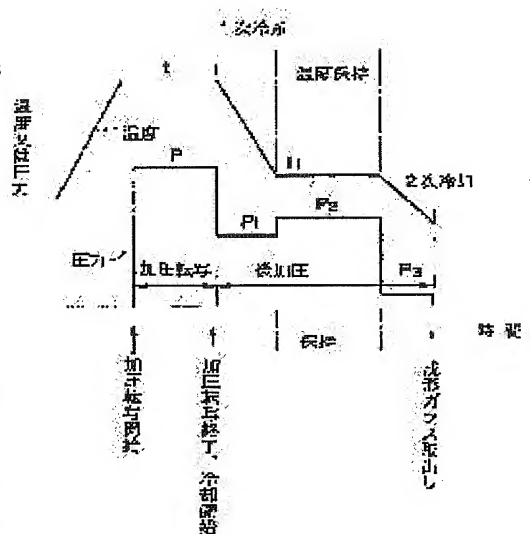
Priority number : 2000265300 Priority date : 01.09.2000 Priority country : JP

(54) METHOD OF FORMING GLASS LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a glass optical element, such as a glass lens, with high surface accuracy by press forming a glass blank in spite of the lens of which one or both surfaces are a lens of a concave shape or the lens having a large ratio b/a between a central thickness (a) and (b) peripheral thickness (b).

SOLUTION: This method of manufacturing the glass optical element includes a process step of pressurizing the softened glass blank by a forming die and transferring its forming surface to the glass blank, a process step of cooling the forming die before the glass transferred with the forming surface attains a prescribed viscosity and a process step of taking the cooled glass out of the forming die. The glass transferred with the forming surface is kept pressurized by a prescribed load in such a manner that the resultant transfer surface coincides with the shape of the forming surface tile the pressuring for transfer, in succession the taking out process and the glass transferred with the forming surface is temporarily held in the prescribed temperature range in such a manner that the internal strain generated by the cooling in the glass is relieved during the course of the cooling process step.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.05.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2005-011972

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 24.06.2005

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-145631
(P2002-145631A)

(43) 公開日 平成14年5月22日 (2002.5.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
C 0 3 B 11/00		C 0 3 B 11/00	E
			A
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	Z

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 8 頁)

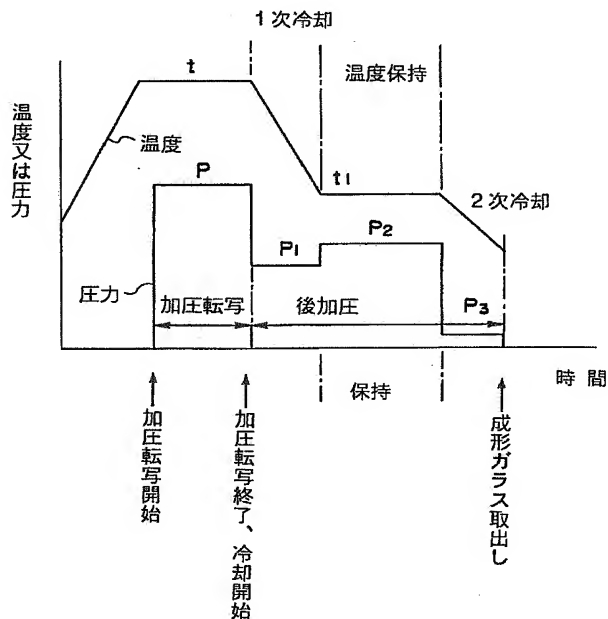
(21) 出願番号	特願2001-261780 (P2001-261780)	(71) 出願人	000113263 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成13年8月30日 (2001.8.30)	(72) 発明者	澤田 浩之 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-265300 (P2000-265300)	(72) 発明者	後藤 順孝 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
(32) 優先日	平成12年9月1日 (2000.9.1)	(74) 代理人	100092635 弁理士 塩澤 寿夫 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 ガラスレンズの成形方法

(57) 【要約】

【課題】一方または両方の面が凹形状のレンズであっても、中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が大きいレンズであっても、ガラス素材を加圧成形して高い面精度でガラスレンズ等のガラス光学素子を製造できる方法を提供すること。

【解決手段】軟化したガラス素材を、成形型で加圧して、成形面をガラス素材に転写する工程、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで成形型を冷却する工程、及び成形型から冷却されたガラスを取り出す工程を含むガラス光学素子の製造方法。成形面を転写されたガラスは、転写のための加圧に引続いて前記取り出し工程まで、得られた転写面が成形面の形状に一致するように、所定荷重で加圧され、かつ成形面を転写されたガラスは、冷却工程の途中で、冷却により生じたガラスの内部歪みが緩和されるように所定温度範囲において一時的に保持される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】軟化したガラス素材を、該ガラス素材に光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型で加圧して、前記成形面を前記ガラス素材に転写する工程（加圧転写工程）、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで上記成形型を冷却する工程（冷却工程）、及び上記成形型から冷却されたガラスを取り出す工程（取り出し工程）を含むガラス光学素子の製造方法であって、前記成形面を転写されたガラスは、前記転写のための加圧に引続いて前記取り出し工程まで、得られた転写面が前記成形面の形状に一致するように、所定荷重で加圧され（後加圧）、かつ前記成形面を転写されたガラスは、前記冷却工程の途中で、冷却により生じたガラスの内部歪みが緩和されるように所定温度範囲において一時的に保持されることを特徴とする前記製造方法。

【請求項2】軟化したガラス素材を、該ガラス素材に光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型で加圧して、前記成形面を前記ガラス素材に転写する工程（加圧転写工程）、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで上記成形型を冷却する工程（冷却工程）、及び上記成形型から冷却されたガラスを取り出す工程（取り出し工程）を含むガラス光学素子の製造方法であって、前記加圧転写工程後、成形型からの取り出しまでの間、前記成形面を転写されたガラスを加圧し（後加圧）、前記成形面を転写するための加圧と後加圧とは加圧が途切れることなく行い、かつ前記成形面を転写されたガラスは、前記冷却工程の途中で、所定温度範囲において一時的に保持されることを特徴とする前記製造方法。

【請求項3】後加圧は、成形面を転写されたガラスが目的とするガラス光学素子と略同じ肉厚になった時点で開始する請求項1または2に記載の製造方法。

【請求項4】成形面転写のための加圧を $294 \times 10^4 \sim 3432 \times 10^4$ Paの範囲の圧力で行い、かつ後加圧を、前記成形面転写のための加圧より低く、かつ $0.0098 \times 10^4 \sim 49 \times 10^4$ Paの範囲の圧力で行う請求項1～3のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項5】後加圧による成形面を転写されたガラスの肉厚の変化は、得ようとするガラス光学素子の中心肉厚公差内である請求項1～4のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項6】冷却工程の途中における温度保持は、前記成形型から取り出されたガラス光学素子の光学的機能面におけるクセが0.8本以内になる条件で行う請求項1～5のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項7】冷却工程の途中における温度保持は、前記成形型から取り出されたガラス光学素子の光学的機能面におけるクセが0.5本以内になる条件で行う請求項1～5のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項8】冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度（ T_g ）より 50°C 低い温度（ $T_g - 50^\circ\text{C}$ ）～ T_g より 30°C 高い温度（ $T_g + 30^\circ\text{C}$ ）の範囲である請求項1～7のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項9】冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度（ T_g ）より 50°C 低い温度（ $T_g - 50^\circ\text{C}$ ）～ T_g の範囲である請求項1～7のいずれか1項に記載の製造方法。

10 【請求項10】冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度（ T_g ）より 20°C 低い温度（ $T_g - 20^\circ\text{C}$ ）～ T_g の範囲である請求項1～7のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項11】目的とするガラス光学素子が、一方または両方の面が凹形状あるレンズである請求項1～10のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項12】目的とするガラス光学素子が、一方の面が凹形状であり、他方の面が凸形状であるレンズである請求項1～10のいずれか1項に記載の方法。

20 【請求項13】凸形状の面が球面である請求項12に記載の製造方法。

【請求項14】レンズが中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が1.5以上である請求項11～13のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項15】レンズが中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が2以上である請求項11～13のいずれか一項に記載の方法。

30 【請求項16】冷却工程の途中における保持時間 t_1 は、得ようとするガラス光学素子の中心肉厚を a とし、周辺肉厚を b としたときに、

1. $5 \leq b/a < 2.0$ のとき、 $0 < t_1 \leq 120$ 秒
2. $0 \leq b/a < 2.5$ のとき、 $60 < t_1 \leq 180$ 秒
2. $5 \leq b/a$ のとき、 $120 < t_1$

である請求項14又は15に記載の製造方法。

【請求項17】 $2.5 \leq b/a$ のとき、 $120 < t_1 \leq 350$ 秒である請求項16に記載の製造方法。

【請求項18】ガラス素材が両凸形状のガラスプリフォームである請求項1～17のいずれか1項に記載の製造方法。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一方または両方の面が凹形状であるレンズであっても、高い面精度で、ガラス素材を成形することによりガラス光学素子を製造できる方法に関する。特に本発明は、一方または両方の面が凹形状であり、かつ中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が1.5以上であるレンズであっても、高い面精度でガラス素材を成形して、ガラス光学素子を製造することができる方法に関する。

50 【0002】

【従来の技術及び発明が解決すべき課題】軟化したガラスを製品形状または製品形状に近似する形状を有する成形型を用いて加圧プレスして、研削や研磨をすることなく直接レンズを製造する方法(高精度プレス法)が広く実用化されている。高精度プレス法は、球面のみならず非球面のレンズも大量に安価に製造できることから、デジタルカメラやビデオカメラなど、さまざまな光学機器製品の光学系用レンズの製法として利用されている。近年は、大型で成形が容易でない形状のレンズも高精度プレス法で製造することが要求されている。

【0003】しかし、一方または両方の面が凹形状のレンズや中心の肉厚とコバ(レンズ周縁部)の肉厚の差の大きいようなレンズの場合には、プレス成形の過程で一旦成形面を転写したとしても、冷却して成形型から取り出すと、或いはさらにアニールをすると、該転写面が変形して所望の面形状のレンズが得られないことが多かった。特に、一方または両面が凹面であつた中心の肉厚とコバの肉厚の差の大きいレンズの場合はそれが顕著であった。

【0004】ここで、凹メニスカスレンズを成形する方法として、特開平7-267658号には、軟化状態にあるガラス素材をプレスしてガラス光学素子する際、冷却工程中に、該ガラス素材をガラス転移点以上の一定温度に所定時間保持する工程を行うことが記載されている。しかしながら、この方法はガラス素材の内部に発生した熱応力を短時間で除去可能にすることを主目的とするものであり、本発明のように、特に所望の面形状を出すのが難しいレンズについての成形を可能にするものではなかった。

【0005】そこで本発明の目的は、一方または両方の面が凹形状のレンズであつて、中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が大きいレンズであっても、ガラス素材を加圧成形して高い面精度でガラスレンズ等のガラス光学素子を製造できる方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らの検討の結果、加圧成形後、成形型からの取り出しの間にある温度域でレンズ形状の成形品に所定の圧力を加えることにより、上記課題を解決することを見出して本発明を完成した。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明は以下のとおりである。

【請求項1】軟化したガラス素材を、該ガラス素材に光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型で加圧して、前記成形面を前記ガラス素材に転写する工程(加圧転写工程)、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで上記成形型を冷却する工程(冷却工程)、及び上記成形型から冷却されたガラスを取り出す工程(取り出し工程)を含むガラス光学素子の

製造方法であつて、前記成形面を転写されたガラスは、前記転写のための加圧に引続いて前記取り出し工程まで、得られた転写面が前記成形面の形状に一致するように、所定荷重で加圧され(後加圧)、かつ前記成形面を転写されたガラスは、前記冷却工程の途中で、冷却により生じたガラスの内部歪みが緩和されるように所定温度範囲において一時的に保持されることを特徴とする前記製造方法。

【請求項2】軟化したガラス素材を、該ガラス素材に光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型で加圧して、前記成形面を前記ガラス素材に転写する工程(加圧転写工程)、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで上記成形型を冷却する工程(冷却工程)、及び上記成形型から冷却されたガラスを取り出す工程(取り出し工程)を含むガラス光学素子の製造方法であつて、前記加圧転写工程後、成形型からの取り出しまでの間、前記成形面を転写されたガラスを加圧し(後加圧)、前記成形面を転写するための加圧と後加圧とは加圧が途切れることなく行い、かつ前記成形面を転写されたガラスは、前記冷却工程の途中で、所定温度範囲において一時的に保持されることを特徴とする前記製造方法。

【請求項3】後加圧は、成形面を転写されたガラスが目的とするガラス光学素子と略同じ肉厚になった時点で開始する請求項1または2に記載の製造方法。

【請求項4】成形面転写のための加圧を $294 \times 10^4 \sim 3432 \times 10^4$ Paの範囲の圧力で行い、かつ後加圧を、前記成形面転写のための加圧より低く、かつ $0.0098 \times 10^4 \sim 49 \times 10^4$ Paの範囲の圧力で行う請求項1～3のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項5】後加圧による成形面を転写されたガラスの肉厚の変化は、得ようとするガラス光学素子の中心肉厚公差内である請求項1～4のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項6】冷却工程の途中における温度保持は、前記成形型から取り出されたガラス光学素子の光学的機能面におけるクセが0.8本以内になる条件で行う請求項1～5のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項7】冷却工程の途中における温度保持は、前記成形型から取り出されたガラス光学素子の光学的機能面におけるクセが0.5本以内になる条件で行う請求項1～5のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項8】冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度(T_g)より 50°C 低い温度($T_g - 50^\circ\text{C}$) $\sim T_g$ より 30°C 高い温度($T_g + 30^\circ\text{C}$)の範囲である請求項1～7のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項9】冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度(T_g)より 50°C 低い温度($T_g - 50^\circ\text{C}$) $\sim T_g$ の範囲である請求項1～

7のいずれか1項に記載の製造方法。

[請求項10]冷却工程の途中における保持の温度範囲が、ガラス光学素子のガラス転移温度(T_g)より20℃低い温度($T_g - 20^\circ\text{C}$)～ T_g の範囲である請求項1～7のいずれか1項に記載の製造方法。

[請求項11]目的とするガラス光学素子が、一方または両方の面が凹形状あるレンズである請求項1～10のいずれか1項に記載の製造方法。

[請求項12]目的とするガラス光学素子が、一方の面が凹形状であり、他方の面が凸形状であるレンズである請求項1～10のいずれか1項に記載の方法。

[請求項13]凸形状の面が球面である請求項12に記載の製造方法。

[請求項14]レンズが中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が1.5以上である請求項11～13のいずれか一項に記載の製造方法。

[請求項15]レンズが中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が2以上である請求項11～13のいずれか一項に記載の方法。

[請求項16]冷却工程の途中における保持時間 t_1 は、得ようとするガラス光学素子の中心肉厚を a とし、周辺肉厚を b としたときに、

1. $5 \leq b/a < 2.0$ のとき、 $0 < t_1 \leq 120$ 秒
2. $0 \leq b/a < 2.5$ のとき、 $60 < t_1 \leq 180$ 秒
2. $5 \leq b/a$ のとき、 $120 < t_1$ (好ましくは $120 < t_1 \leq 350$ 秒)

である請求項14又は15に記載の製造方法。

[請求項17]2. $5 \leq b/a$ のとき、 $120 < t_1 \leq 350$ 秒である請求項16に記載の製造方法。

[請求項18]ガラス素材が両凸形状のガラスプリフォームである請求項1～17のいずれか1項に記載の製造方法。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明のガラス光学素子の製造方法は、軟化したガラス素材を、該ガラス素材に光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型で加圧して、前記成形面を前記ガラス素材に転写する工程である加圧転写工程、成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで上記成形型を冷却する工程である冷却工程、及び上記成形型から冷却されたガラスを取り出す工程である取り出し工程を含む。さらに、本発明の製造方法では、前記加圧転写工程後、成形型からの取り出しまでの間、前記成形面を転写されたガラスを加圧する後加圧が行われる。この後加圧は、前記成形面を転写するための加圧から加圧が途切れることなく行われる。また、後加圧は、得られた転写面が成形面の形状に一致するように所定荷重で行われる。さらに、本発明の製造方法では、前記成形面を転写されたガラスが、前記冷却工程の途中で、所定温度範囲において一時的に保持される。この保持は、冷却により生じたガラスの内部歪

みが緩和されるように所定温度範囲において行われる。

【0009】以下、本発明の製造方法を図1に基づいて説明する。まず第1に、軟化したガラス素材が成形型で加圧され、成形面が転写される。ガラス素材は予め所定形状に成型されたガラスプリフォームであっても、ガラスゴブであってもよい。ガラス素材は、例えば、両凸形状のガラスプリフォームであることもできる。ガラス素材は、加圧成形に適した温度に調整された(軟化した)状態のものを使用する。ガラス素材は、熔融ガラスから調製したガラスゴブ又はガラスプリフォームを室温に戻すことなく、そのまま使用することも、また、室温に戻したガラスプリフォームまたはガラスゴブを再度加熱軟化したものを使用することもできる。成形型は、成形面を有する上型及び下型を含むものであり、ガラス素材に光学的機能面を形成する成形面を有する上型及び下型を含む成形型であれば、特に制限はない。公知の成形型を適宜使用することができる。

【0010】尚、本発明の製造方法で製造対象とする凹メニスカスレンズ及び両凹レンズは、各種のレンズ系に組み込むために光学機能面(光学的有効領域)を有するものである。光学機能面(光学的有効領域)は、例えば、図2において41として示す凹面であり、実際には、この凹面41の外側に光軸と直交する平面部43が設けられる。軟化したガラス素材の成形型での加圧条件(ガラス素材及び成形型の温度、加圧温度及び時間等)は、成形ガラスの形状等も考慮して適宜決定できる。

【0011】加圧転写後、成形型を成形面を転写されたガラスが所定粘度になるまで冷却する。成形型の冷却は、加圧転写開始と同時に、または加圧転写の途中で、または加圧転写終了後のいずれから開始することもできる。成形型が所定温度に冷却された後、成形型から前記成形ガラスを取り出す。

【0012】本発明の好ましい製造方法においては、加圧転写工程後、成形型からの取り出しまでの間、前記成形面を転写されたガラスに後加圧を適用する。後加圧は、成形面を転写されたガラスが目的とするガラス光学素子と略同じ肉厚になった時点で開始することが適当である。略同じ肉厚とは、ガラス光学素子の肉厚の±0.2mm以内であることを言う。さらに、冷却工程中に、前記成形ガラスを所定温度範囲において一時的に所定時間保持する。後加圧は、好ましくは、加圧転写のための加圧から連続的に(加圧が途切れることなく)行う。即ち、加圧転写後、加圧を完全に解除することなく後加圧を開始する。また、所定温度範囲における所定時間行う保持は、冷却工程中のいずれかの時期におこなう。この状態を図1に基づいて説明する。

【0013】所定温度 t を有する軟化したガラス素材は、圧力 P で加圧されて成形面を転写される。 P の荷重としては、ガラス素材の粘性や得ようとするレンズの形状等により適宜選択できるが、たとえば、 $9.8 \times 10^4 \sim 29$

$4 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、好ましくは、 $9.8 \times 10^4 \sim 196 \times 10^4 \text{ Pa}$ であることが挙げられる。

【0014】圧力Pでの加圧転写終了後、加圧を完全に解除することなく圧力P1で加圧を続ける。圧力Pでの加圧成形終了後、成型型は冷却される（1次冷却）。但し、1次冷却は、加圧成形開始と同時に、または加圧成形の途中で開始してもよい。1次冷却は、成型型内の成形ガラスに内部歪みを生じる程度の比較的早い冷却速度、例えば、 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 以上、より好ましくは $10 \sim 300^\circ\text{C}/\text{分}$ 、さらに好ましくは $30 \sim 200^\circ\text{C}/\text{分}$ で行うことができる。1次冷却により成型型が所定温度 t_1 になった時点で、所定圧力P2で加圧する。但し、成型型の冷却は上述の通り、加圧転写開始と同時に、または加圧転写の途中で開始してもよい。図1では圧力P1と圧力P2とが異なる圧力となるように表記されているが、同一の圧力であってもよい。また、所定圧力P2での加圧の間の温度は、 t_1 で一定であっても、 t_1 から徐々に低下してもよい。所定圧力P2での加圧の間の温度は、1次冷却で成形ガラスに生じた内部歪みを緩和するような条件とし、例えば、 $0 \sim 5^\circ\text{C}/\text{分}$ で冷却することができ、好ましくはほぼ $0^\circ\text{C}/\text{分}$ である。

【0015】保持の温度範囲は、成形されたガラスの温度が、ガラス光学素子のガラス転移温度（ T_g ）より 50°C 低い温度（ $T_g - 50^\circ\text{C}$ ）から $T_g + 30^\circ\text{C}$ の範囲であることが、以下の観点から好ましい。一旦、成型面を転写することによって得られた面形状を維持しつつ、型から取り出した後のレンズの面形状悪化の原因となる内部歪みを緩和することができる。また、かかる温度範囲で内部歪みを緩和しておくことにより、その後取り出し温度まで冷却する工程で、新たに生じる内部歪みを抑制することもできる。

【0016】さらに前記保持の温度範囲は、（ $T_g - 50^\circ\text{C}$ ） $\sim T_g$ の範囲であることがより好ましくは、（ $T_g - 20^\circ\text{C}$ ） $\sim T_g$ の範囲であることがさらに好ましい。特に、ガラス光学素子の温度が T_g 以下になった時点で開始することが、最終製品の面形状を良くするという観点から好ましい。所定時間保持した後、成型型はさらに冷却され、成型ガラスが所定粘度、例えば、室温まで冷却された後に、クセが0.8本以下の面精度を維持できる粘度、例えば、 $T_g - 50^\circ\text{C}$ 以下になったところで、成型面を転写されたガラスを成型型から取り出す。所定温度範囲での保持から取り出しまでの間も圧力P3で後加圧を続ける。圧力P3は、P1及びP2と同一または異なってもよい。

【0017】後加圧P1、P2及びP3は、圧力Pによって成型型の成型面が転写されたガラスの転写面が、そのまま該成型面の形状に一致するような荷重であることが適当である。具体的には、このときのガラスの粘性や成型面の形状等によって適宜選択することができる。通常は、P以下であることが、面形状を維持する点で好ま

しい。ただし、P1 \sim P3は、Pにより成形された成形ガラスの肉厚をほとんど変えない程度であることが好ましい。具体的には、P1 \sim P3による肉厚の変化は、得ようとするレンズの中心肉厚公差内、たとえば $\pm 0.03 \text{ mm}$ 以内、特に $0.001 \sim 0.12 \text{ mm}$ 程度であることが好ましい。

【0018】また、P2は、成型型の成型面が転写されたガラスの転写面がそのまま該成型面の形状に一致するように加圧しながら、該ガラス中の内部歪みが緩和できる荷重で行う。具体的には、このときのガラスの粘性や成型面の形状等によって適宜選択することができる。ここで、P2が小さすぎると、該形状に一致するような状態での加圧がしにくくなり、その結果、部分的または全体的にクセ等が発生しやすくなる。一方、P2の荷重が大きすぎると、ガラス中の内部歪みが緩和しにくく、型取り出し後のレンズの形状を維持する程度に緩和されない場合があり、その結果、成形ガラスの光学中心部付近にクセが発生しやすくなる。

【0019】後加圧（圧力及び時間）及び保持（温度範囲と時間）の条件は、成形ガラスに見られるクセが1本以下、好ましくは0.5本以下、さらに好ましくは0.3本以下になるように行うことが適当である。

【0020】冷却工程の途中における保持時間 t_1 は、得ようとするガラス光学素子の中心肉厚を a とし、周辺肉厚を b としたときに、以下の範囲であることが好ましい。1. $5 \leq b/a < 2.0$ のとき、 $0 < t_1 \leq 120$ 秒、好ましくは $10 < t_1 \leq 120$ 秒、より好ましくは $20 < t_1 \leq 120$ 秒

2. $0 \leq b/a < 2.5$ のとき、 $20 < t_1 \leq 180$

秒、好ましくは $60 < t_1 \leq 180$ 秒

2. $5 \leq b/a$ のとき、 $120 < t_1$

2. $5 \leq b/a$ のときは、好ましくは $120 < t_1 \leq 350$ 秒である

【0021】上記温度保持の後、成型型はさらに冷却（2次冷却）され、成型ガラスが T_g 以下になったところで、成形ガラスを成型型から取り出す。2次冷却の冷却速度、例えば、 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 以上、より好ましくは $10 \sim 300^\circ\text{C}/\text{分}$ 、さらに好ましくは $30 \sim 200^\circ\text{C}/\text{分}$ で行うことができる。2次冷却の間も圧力P3で後加圧を続ける。圧力P3は、P1及びP2と同一または異なってもよい。但し、P3は、成型型の成型面が転写されたガラスの転写面がそのまま該成型面の形状に一致するように加圧しながら、ガラス中になるべく新たな内部歪みを発生させないような荷重であることが好ましい。このような観点から、P3はP1、P2よりも小さいことが好ましく、たとえば $0.0098 \times 10^4 \sim 49 \times 10^4 \text{ Pa}$ であることが好ましく、さらに、 $0.0098 \times 10^4 \sim 4.9 \times 10^4 \text{ Pa}$ であることがより好ましい。

【0022】本発明の製造方法で得られる成形ガラスは、一方または両方の面が凹形状あるレンズであること

10

20

30

40

50

ができる。特に、成形ガラスは、一方の面が凹形状であり、他方の面の形状が凸形状（例えば、凸形状の面が球面である）であるレンズであることができる。また本発明の製造方法によれば、中心肉厚 a と周辺肉厚 b との比 b/a が 1.5 以上、好ましくは 2 以上であるレンズを製造することもできる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに説明する。以下の実施例 1～3 では、図 3 に示す成形装置を用いた。図 3 に示す成形装置は、函体 21a によって密閉された加熱成形室 21 内には、上型 22 と下型 23 が配置され、この上型 22 と下型 23 は、それぞれ断熱ベース 29、30 を介して上部固定軸 24 と下部可動軸 25 の先端に固定されている。下部可動軸 25 は図示していない加圧シリンダに連結され、加圧時に上昇駆動される。また、断熱ベース 29 及び 30 は、上型 22 及び下型 23 を独立に冷却するための、冷却用ガスの吹き出し

口 31 及び 32 をそれぞれ有する。ガスの供給は上下独立にコントロールすることが出来、上型 22 と下型 23 の冷却スピードを変えることが出来る。冷却用のガスは、不活性ガスである。

【0024】実施例 1

図 4 に示す形状の一方が凹面（曲率半径 $R = 4 \text{ mm}$ ）であり、他方が凸面（曲率半径 $R = 38 \text{ mm}$ ）のガラスレンズ（比 $b/a = 3.5$ 、偏平球レンズ）を製造した。凹面を上型で形成し、凸面を下型で成形した。ガラス素材としては LaC13（ $T_g = 520^\circ\text{C}$ 、 $T_s = 560^\circ\text{C}$ ）を用いた。成形の条件（温度、圧力、時間）は基本的に図 5 に示すスキームに基づき、詳細な条件は表 1 に示す。結果も表 1 に示す。尚、結果に示したアニール後のランク分けは表 2 に示す。例 1～15 が本発明の実施例である。

【0025】

【表 1】

例	保持時間 (秒)	保持温度 ($^\circ\text{C}$)	後加圧圧力 (Pa)	結果
1	300	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	A
2	100	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	A
3	100	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	B
4	300	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	A
5	100	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	14.7×10^4	C (周辺部)
6	300	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	A
7	300	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	B
8	100	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	A
9	100	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	C
10	50	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	A
11	50	510 ($T_g - 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	C (周辺部)
12	50	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	B
13	50	530 ($T_g + 10^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	C (周辺部)
14	50	490 ($T_g - 30^\circ\text{C}$)	29.4×10^4	B
15	50	490 ($T_g - 30^\circ\text{C}$)	19.6×10^4	A

【0026】

【表 2】

ランク	クセ
A	0.3 本以下
B	0.3～0.5 本
C	0.5～0.8 本
D	0.8 本以上

【0027】実施例 2

実施例 1 と同様の装置及びガラス素材を用いて、図 6 に示す温度、圧力及び時間のスキームに従って、レンズを製造方法により成形した。成形の条件及び結果を表 3 に示す。尚、結果に示したアニール後のランク分けは表 2 に示す。例 2～8 が本発明の実施例である。

【0028】

【表 3】

例	保持時間	保持温度	後加圧圧力(Pa)	結果
1	0秒			D
2-①	60秒	530℃	39.2×10^4	C
2-②	180秒	530℃	39.2×10^4	C
3-②	180秒	500℃	39.2×10^4	C
4-①	60秒	500℃	29.4×10^4	C
4-②	180秒	500℃	29.4×10^4	C
5	300秒	500℃	29.4×10^4	A
6	300秒	530℃	29.4×10^4	C (周辺部)
7	300秒	530℃	39.2×10^4	B
8	300秒	500℃	39.2×10^4	B

【0029】実施例3

実施例1と同様の装置及びガラス素材を用いて、実施例の例1と同様の条件でコバ厚と中心厚及びレンズ外径が異なるレンズを製造し、クセを0.5本以下とする為に必要な保持時間を求めた。結果を図7に示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法における温度と圧力の典型的な経時変化を示す。

【図2】光学機能面外側の一方の側に光軸と直交する平面部を設けた凹メニスカスレンズの説明図。

【図3】実施例1～3に用いた成形装置の概略図。

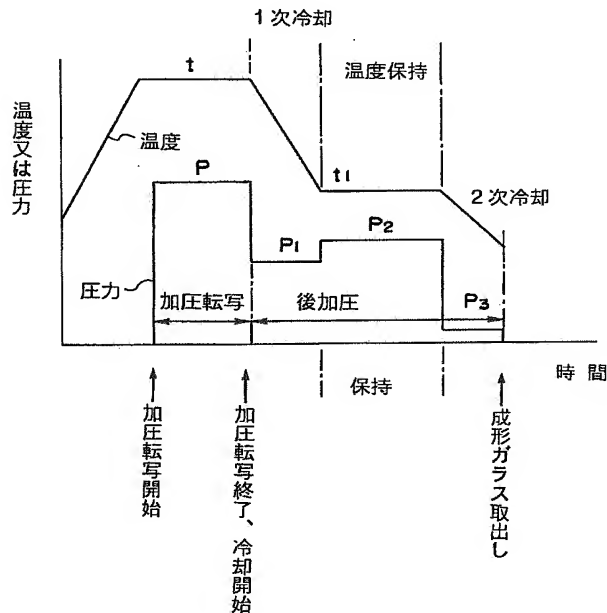
【図4】実施例1～2で製造したガラスレンズの説明図。

【図5】実施例1における成形型の温度及び加圧圧力の各経時変化。

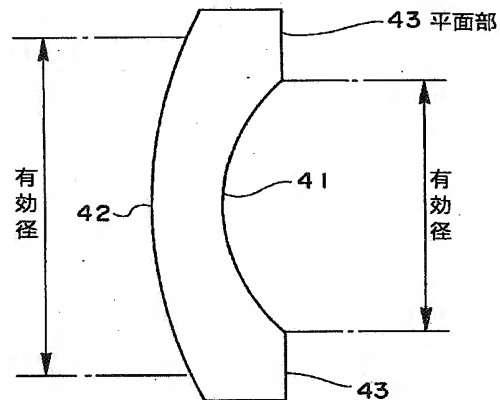
【図6】実施例2における成形型の温度及び加圧圧力の各経時変化。

【図7】実施例3において得られた、コバ厚と中心厚及びレンズ外径が異なるレンズを製造した場合にクセを0.5本以下とする為に必要な保持時間。

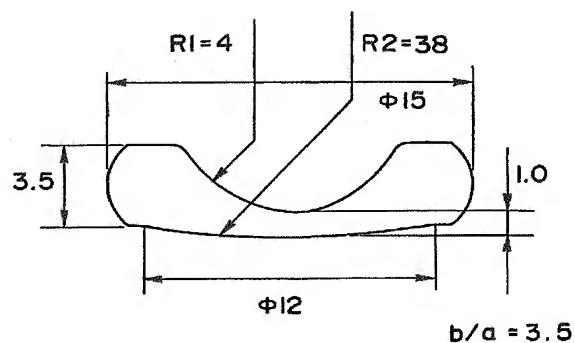
【図1】



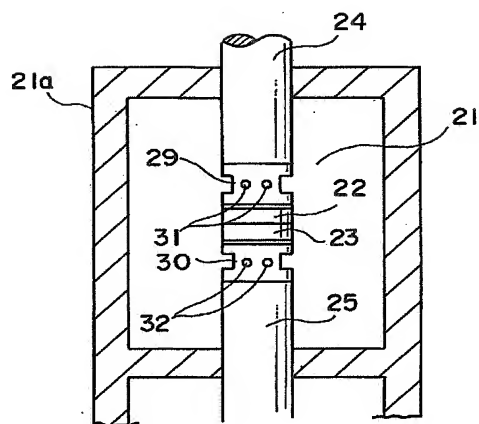
【図2】



【図4】

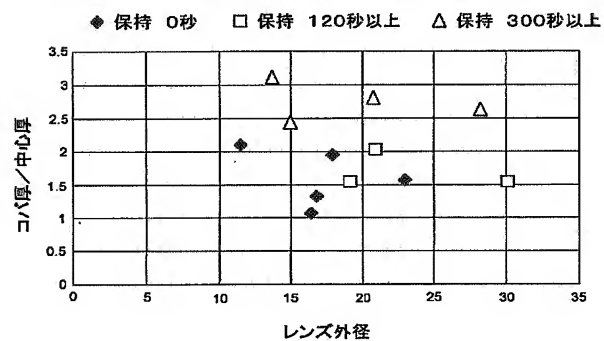


【図3】

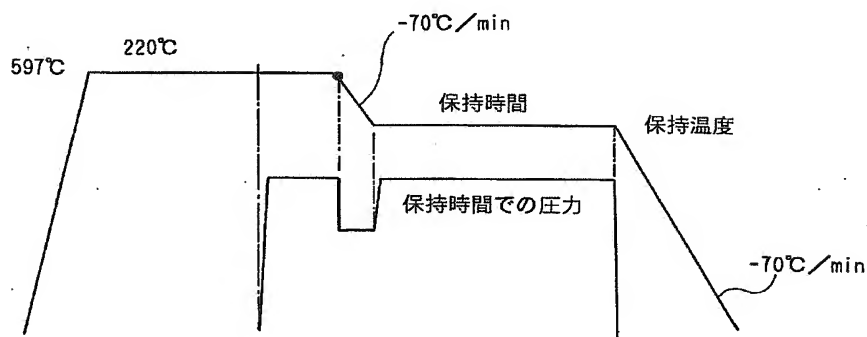


【図7】

クセを0.5本以下にするための保持時間



【図5】



【図6】

